

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 09 266.8

Anmeldetag: 04. März 2003

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Bilden einer Öffnung einer Licht
absorbierenden Schicht auf einer Maske

IPC: G 03 F 1/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

Beschreibung

Verfahren zum Bilden einer Öffnung einer Licht absorbierenden Schicht auf einer Maske

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bilden einer Öffnung in einer Licht absorbierenden Schicht auf einer Maske zur Projektion eines Strukturmusters auf ein Substrat.

10

Masken werden bei der Halbleiterherstellung zur Projektion eines auf ihnen ausgebildeten Strukturmusters auf ein Substrat, beispielsweise einen Halbleiterwafer verwendet. Das auf dem Substrat in einer photoempfindlichen Schicht abgebildete Strukturmuster wird in einer Anzahl von Nachfolgeprozessen zur Bildung einer jeweils gewünschten Ebene einer integrierten Schaltung in unterliegende Schichten auf dem Substrat übertragen. Die von der Maske zu projizierenden Strukturmuster umfassen jeweils Öffnungen, die innerhalb einer intransparenten, Licht absorbierenden Schicht gebildet sind.

20

Handelt es sich um sogenannte Transmissionsmasken, so ist die Licht absorbierende Schicht beispielsweise als Chromschicht auf einem transparenten Substrat, beispielsweise Quarz angeordnet. Zur Projektion des Strukturmusters auf das Substrat wird die Maske durchstrahlt.

35

Handelt es sich um eine Reflektionsmaske, so ist die Licht absorbierende Schicht mit den darin gebildeten Öffnungen auf einem dünnen, reflektierenden Schichtstapel alternierender Schichten beispielsweise aus Silizium und Molybdän angeordnet. Dieser Schichtstapel ist beispielsweise auf einem Siliziumträger aufstrukturiert. Als Substrat wird hier der Siliziumträger einschließlich des reflektierenden Schichtstapels verstanden.

35

Analog zu dem Bestreben integrierte Schaltungen mit immer höheren Packungsdichten herzustellen, ist es eine Herausfor-

derung bei der Entwicklung neuer Maskentechnologien, gleichfalls zunehmend kleinere Strukturen, d.h. Öffnungen in den Licht absorbierenden Schichten auf einer Maske herstellen zu können. Dazu wurden bisher der jeweils aktuellen Technologie
5 folgend sukzessive Schreiber mit noch höherer Auflösung eingesetzt. Alternativ wurden Ätzprozesse entwickelt, bei welchen der Ätzvorhalt (englisch: etch bias) möglichst gering ausfallen kann.

- 10 Öffnungen innerhalb einer Licht absorbierenden Schicht auf einer Maske werden ähnlich wie bei der Strukturierung eines Halbleiterwafers durch Belichtung eines photoempfindlichen Lackes, dem Resist, mit anschließender Entwicklung und Übertragung der entwickelten, d.h. herausgelösten Strukturen in
15 die unterliegende, Licht absorbierende Schicht hergestellt. Die Belichtung erfolgt mittels eines Licht- bzw. Teilchenstrahls, welcher beispielsweise von Lasern, Elektronenstrahl- oder Ionenstrahl-Projektionsquellen erzeugt werden.
- 20 Typischerweise wird die Oberfläche der mit dem Resist beschichteten Maske durch den Strahl an den gewünschten Positionen abgerastert. Höhere Auflösungen lassen sich im Falle von Lichtstrahlen durch die Verwendung kleinerer Wellenlängen und im Falle von Teilchenstrahlen durch immer höhere Beschleunigungsenergien erreichen.
- 25

- Da die in dem Resist auf der Maske nach dem Entwickeln entstandenen Öffnungen auch in einem anisotropen Ätzschritt zum Öffnen der darunterliegenden Licht absorbierenden Schicht
30 nicht maßhaltig übertragen werden können, verbreitern sich die Durchmesser der in der unterliegenden Schicht herausgeätzten Löcher gegenüber dem Durchmesser der durch den Ionen- oder Lichtstrahl erzeugten Öffnungen in dem Resist. Ein Ätzvorhalt kann durch einen hohen Grad an Anisotropie in dem
35 Ätzprozeß sowie durch eine an die Schichtdicke der unterliegenden Schicht angepaßte Wahl der jeweils einstellbaren Ätzparameter, etwa Ätzzeit oder -dosis, optimiert werden.

Derzeit sind die minimal auf einer Maske erzielbaren Strukturbreiten, d.h. die Auflösung, aufgrund der Teilchen- oder Laserstrahltechnik unter Berücksichtigung der verkleinernden Projektion auf einen Wafer (beispielsweise Faktor 4 oder 5) geringer als die mittels der Projektion auf dem Wafer auflösbaren Strukturbreiten. Allerdings schreitet durch verbesserte Projektionstechniken die Verringerung der Auflösung auf dem Wafer schneller voran als etwa bei der Maskenherstellung. Es ist daher damit zu rechnen, daß in absehbarer Zeit die auf einer Maske erzielbare Auflösung ursächlich für die minimalen Breiten von Strukturen in den dann herzustellenden integrierten Schaltungen sein wird.

Da jedoch gerade im Bereich der Maskenentwicklung der Investitionsaufwand für die zumeist nur mittelgroßen Masken herstellenden Unternehmen sehr groß ist, liegt hier das besondere Bedürfnis vor, besonders kostengünstige Verfahren zu finden, mit denen zumindest übergangsweise oder bei Vorliegen spezieller Strukturlayouts höhere Auflösungen auf der Maske erzielt werden können.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein solches besonders kostengünstiges Verfahren bereitzustellen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Bilden einer Öffnung in einer Licht absorbierenden Schicht auf einer Maske, umfassend die Schritte: Bereitstellen der Maske umfassend ein Substrat, auf welchem die Licht absorbierende Schicht angeordnet ist, Aufbringen eines ersten Resists auf der Licht absorbierenden Schicht, Aufbringen eines zweiten Resists oberhalb des ersten Resists, erstes Belichten des zweiten Resists durch Bestrahlen der Maske in einem ersten Ausschnitt, erstes Entwickeln des zweiten Resists zur Bildung einer ersten Öffnung in dem entwickelten zweiten Resist, so daß der erste Resist auf einer Fläche innerhalb der Öffnung freigelegt wird, zweites Belichten des ersten Resists durch Be-

strahlen der Maske in einem zweiten Ausschnitt, welcher gegenüber der ersten Öffnung seitlich versetzt ist, so daß ein nicht vollständiger Anteil der Fläche des freigelegten ersten Resists innerhalb der Öffnung belichtet wird, zweites Entwickeln des ersten Resists zur Bildung einer zweiten Öffnung in dem entwickelten ersten Resist unterhalb der ersten Öffnung, Herauslösen der Licht absorbierenden Schicht zur Bildung der Öffnung in der Licht absorbierenden Schicht, Entfernen des entwickelten ersten und des zweiten Resists.

Es ist dabei auch alternativ vorgesehen, erst beide Belichtung vorzunehmen, und dann in einem einzigen oder zwei sukzessiven Entwicklungsschritten das Polymer herauszulösen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden der erste und der zweit Resist mittelbar oder unmittelbar übereinander angeordnet und jeweils einem Belichtungsschritt unterzogen. Der Durchmesser einer mittels eines Ätzprozesses in die Licht absorbierenden Schicht übertragenen Öffnung kann gegenüber den Durchmessern der jeweils für die Belichtung eingesetzten Strahlen verringert werden, indem beide Strahlen in ihrer Position gegeneinander seitlich versetzt auf die Oberfläche der Maske gebracht werden.

Beispielsweise besitzt der obere, zweite Resist eine Photoempfindlichkeit nur gegenüber dem bei dem ersten Belichtungsschritt eingestrahnten Licht, und der erste Resist eine Photoempfindlichkeit nur gegenüber dem bei dem zweiten Belichtungsschritt eingestrahnten Licht. Dann bewirkt das seitliche Versetzen in bezug auf eine Grundfläche der Maske des für die zweite Belichtung verwendeten Lichtstrahls, daß der gegenüber dem Lichtstrahl des zweiten Belichtens nicht photosensitive zweite Resist als Maskierschicht auftritt. Infolgedessen wird bei Verwendung von Positivresists nur der Überlappbereich beider Lichtstrahlen - oder genauer: der Überlappbereich zwischen der nach dem ersten Belichtungs- und Entwicklungsschritt gebildeten ersten Öffnung und dem Teil-

chen- oder Lichtstrahl der zweiten Belichtung - in die Licht absorbierende Schicht übertragen. Je größer der seitliche Versatz gewählt wird, desto kleiner wird die Öffnung, welche in der Licht absorbierenden Schicht gebildet wird.

5

Ein besonderer Vorteil entsteht dadurch, daß jeweils Lichtquellen verwendet werden können, deren Auflösung weitaus geringer ist als die zu erzielende Strukturbreite. Insbesondere können dabei kostengünstige ältere Geräte eingesetzt werden.

10

Anstatt zweier Lichtstrahlen vorzugsweise verschiedener Wellenlänge im ultravioletten Wellenlängenbereich können auch Elektronen- oder Ionenstrahlen verwendet werden, wobei auch eine Kombination eines Lichtstrahls und eines Elektronen- oder Ionenstrahls für die zwei Belichtungsschritte in Betracht kommt. Die oben genannten erfindungsgemäßen Aspekte werden selbstverständlich auch von diesen Ausführungsformen erfaßt.

15

20

Eine Ausgestaltung betrifft die Bildung einer Zwischenschicht zwischen dem ersten und dem zweiten Resist. Insbesondere ist hier eine Antireflektionsschicht vorteilhaft einsetzbar. Wird diese derart ausgebildet, daß sie in einem eigenen Ätzschritt entfernt werden muß, so können auch Licht- oder Teilchenstrahl gleicher Wellenlänge für das erste und das zweite Belichten des ersten und zweiten Resists eingesetzt werden. Dem vor der Übertragung in die Licht absorbierende Schicht abschattenden Effekt außerhalb des Überlappbereiches der beiden Strahlen des ersten und zweiten Belichtungsvorganges wird dann durch diese Zwischenschicht Rechnung getragen.

25

30

35

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird das erste Belichten an einem ersten Resist durchgeführt, welcher als Negativlack ausgebildet ist. In diesem Fall wird eine erste Öffnung in dem ersten Resist an dem Ort der nicht belichteten Resistflächen durch den anschließenden Entwicklervorgang erzeugt.

In dem vorliegenden Dokument werden die verwendeten Begriffe "seitlich versetzt" und "Überlappfläche" im Sinne eines Bezuges zu absoluten Positionen auf der Maske verwendet. In den Belichtungsschritten, d.h. dem ersten und dem zweiten Belichtungsschritt, sind absolute Positionen beispielsweise durch ein nach Durchführung eines Alignment-Schrittes vorgegebenen Koordinatengitter, das Positionen Koordinaten zuordnet, in einem Maskenschreiber jeweils durch einen Strahl anfahrbar. Der seitliche Versatz kann durch Wahl nahe beieinander liegender Koordinaten unter Berücksichtigung der jeweils bekannten Strahlbreite zur Bildung einer Überlappfläche ausgewählt werden. Unter Strahlbreite kann hier auch eine durch den Strahl abgerastete Fläche verstanden werden. Bei Elektronenstrahlschreibern beispielsweise werden Strukturen geringstmöglicher Breite im Resist erst durch sukzessives Belichten mehrerer benachbarter Rasterpunkte gebildet.

In Bezug auf das jeweils für einen Belichtungsschritt verwendete Belichtungssystem liegen erfindungsgemäß keine Einschränkungen bezüglich des Verhältnisses der Auflösungen zwischen dem ersten und dem zweiten Belichtungsschritt vor. Es kann sowohl der erste Belichtungsschritt eine höhere Auflösung als der zweite Schritt haben, wie auch umgekehrt.

Da erfindungsgemäß besonders geringe Durchmesser von Öffnungen in einer Licht absorbierenden Schicht hergestellt werden können, obwohl beispielsweise nur 248 nm bzw. 365 nm Lasertechnologien zur Belichtung eingesetzt werden, ist es vorteilhafterweise möglich, einen erheblichen Anteil der Kosten zur Herstellung einer hochaufgelösten Maske einzusparen.

Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe einer Zeichnung näher erläutert werden. Darin zeigen:

Figur 1 - Figur 4 eine Abfolge von Prozeßschritten gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel mit einem Querschnitt durch eine Maske.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in den Figuren 1 bis 4 gezeigt. Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch eine Maske 20 mit einem Substrat 1, auf dem eine Licht absorbierende Schicht 2, ein erster Resist 3 sowie ein zweiter Resist 4 angeordnet sind. In dem Falle, daß eine Transmissionsmaske verwendet wird, umfaßt das Substrat 1 ein Quarzmaterial.

Handelt es sich dagegen beispielsweise um eine EUV-Reflektionsmaske (EUV: extreme ultraviolet), so umfaßt das Substrat 1 beispielsweise ein Siliziumsubstrat, auf welchem ein alternierender Schichtstapel reflektierender Schichten, beispielsweise Molybdän und Silizium angeordnet ist.

Der erste Resist 3 und der zweite Resist 4 werden in aufeinanderfolgenden Belackungsschritten auf das mit der Absorberschicht 2 beschichtete Substrat 1 beispielsweise aufgeschleudert. Um den ersten Resist 3 durch Aufbringen des zweiten Resists 4 nicht anzulösen, kann beispielsweise eine Zwischenschicht vorgesehen werden (hier nicht gezeigt).

Wie in Figur 1 gezeigt ist, wird ein erstes Belichten 11 des zweiten Resists 4 auf der Maske 20 durchgeführt. Die Belichtung erfolgt mittels eines Laserschreibers, welcher einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 248 nm erzeugt. Durch den Laserstrahl werden genau jene Positionen auf der durch den zweiten Resist gebildeten Maskenoberfläche abgerastert, die für eine Strukturbildung gemäß einem Designlayout, das in elektronischer Form bereitgestellt wurde, vorgegeben sind. In dem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem zweiten Resist 4 um einen Positivresist. Mit dem Laserstrahl der Wellenlänge 248 nm kann ein Ausschnitt 210 mit einem Durchmesser 21 durchbelichteter Bereiche 310 bis zu einer unteren Grenze von 300 nm erzeugt werden. Der Laserstrahl selbst kann dabei eine geringere Breite aufweisen, es sind zumeist mehrere benachbarte Rasterpunkte in dem zweiten Resist 4 auf der Mas-

kenoberfläche zu belichten, um eine Strukturbildung zu erreichen, d.h. eine Durchbelichtung des zweiten Resists 4 zu ermöglichen.

5 Der gegenüber Licht der Wellenlänge 248 nm photoempfindliche zweite Resist 4 wird anschließend entwickelt, wobei die belichteten Resistteile herausgelöst werden. Es bilden sich erste Öffnungen 31, in dem entwickelten Resist 4', wie in Figur 2 gezeigt ist. Die Öffnungen 31 weisen den geringstmöglichen Durchmesser 21 von 300 nm auf. Aufgrund eines geringfügigen Entwicklungsverhaltes von 20 nm beträgt die Breite 23 benachbarter Öffnungen 31 nur 260 nm. Der Übersichtlichkeit halber sind die betreffenden Bezugszeichen in Figur 1 anhand der belichteten Bereiche illustriert und nicht in Figur 2 anhand der Öffnungen 31.

Der erste Resist 3 ist nicht photoempfindlich gegenüber dem Licht mit einer Wellenlänge von 248 nm. Die Tiefe der belichteten Bereiche 310 und damit der Öffnungen 31 endet damit an der Grenzschicht zwischen dem zweiten Resist 4 und dem ersten Resist 3 bzw. an einer gegebenenfalls zwischen ihnen angeordneten Zwischenschicht.

25 Wurde eine Zwischenschicht zwischen dem ersten Resist 3 und dem zweiten Resist 4 beispielsweise als Antireflexschicht (ARC = Antireflex coating) eingerichtet, so wird in diesem Fall ein kurzer Ätzschritt durchgeführt, um diese Schicht am Boden der Öffnungen 31 zu entfernen, so daß ein Ausschnitt des ersten Resists 3 freigelegt wird.

30 In einem nächsten Schritt wird eine zweite Belichtung 12 durchgeführt. Der Strahl wird dabei derart über die Maskenoberfläche geführt, daß ein Ausschnitt 220 auf einer idealisierten Grundfläche auf der Maske 20 bestrahlt wird, dessen Grundfläche einen Teil 51 der Grundfläche 41 der Öffnung 31 beinhaltet. Der unter der Teilfläche 51 gelegene Ausschnitt in dem ersten Resist 3 wird somit belichtet, während ein un-

terhalb des entwickelten zweiten Resists 4' gelegene Anteil 52 des Resists 3, in dessen Richtung der Strahl des zweiten Belichtens 12 fällt, durch den zweiten Resist 4' abgeschattet wird.

5

Für das zweite Belichten 12 wird ein Laserschreiber verwendet, dessen erzeugter Lichtstrahl eine Wellenlänge von 365 nm beträgt. Mit einem derartigen Lichtstrahl lassen sich belichtete Ausschnitte 220 in dem ersten Resist 3 bilden, deren unterer Grenzwert 440 nm beträgt. Im Ausführungsbeispiel wird ein Lichtstrahl 12 mit genau diesem geringstmöglichen Durchmesser wie oben beschrieben, seitlich versetzt gegenüber der ersten Öffnung 31 auf die Maskenoberflächen gelenkt. Bezogen auf eine idealisierte Maskengrundfläche würde sowohl von dem bei dem ersten Belichten erzeugten Strahl 11 als auch vom zweiten Belichten erzeugten Strahl 12 eine gemeinsame Überlappfläche 51 belichtet. Diese weist einen Durchmesser 25 auf, dessen Breite nur 180 nm beträgt. Der in dem ersten Resist 3 belichtete Bereich besitzt aufgrund des abschattenden Effektes durch den entwickelten Resist 4' genau diesen Durchmesser 25 von 180 nm.

Entscheidend ist die Überlappfläche der ersten Öffnung 31 und der belichteten Maskenoberfläche beim zweiten Belichten 12. Nur im Falle des hier gezeigten Positivresists ist diese Bedingung identisch mit einer Überlappfläche des ersten Strahls und des zweiten Strahls 12.

In einem weiteren Entwicklungsschritt wird der belichtete Anteil des ersten Resists 3 zur Bildung einer zweiten Öffnung 32 unterhalb der ersten Öffnung 31 durchgeführt (Figur 3). Der entwickelte erste Resist 3' und der entwickelte zweite Resist 4' bilden nun gemeinsam eine Ätzmaske zur Durchführung eines anisotropen Ätzprozesses 15. Es ist aber auch möglich, bei dem nun erreichten Zustand den zweiten entwickelten Resist 4' vorab zu entfernen.

Figur 4 zeigt, wie durch Einstellen eines Ätzvorhaltes 27 von 50 nm unter Berücksichtigung möglicher Kantenabrundungen an den Ätzflanken in der absorbierenden Schicht 2 eine Öffnung 35 erzeugt wird, deren Durchmesser 26 eine Breite von 280 nm aufweist. Der Abstand 29 der Öffnung 35 von einer benachbarten Öffnung 35 in der Licht absorbierenden Schicht 2 beträgt ebenfalls 280 nm. Die Breiten 26 der Öffnungen 35 liegen also unterhalb der mit dem verwendeten Laserstrahl geringstmöglich erzeugbaren Strukturbreiten.

10

In weiteren Schritten werden nun die verbliebenen entwickelten Resistantenteile 3' bzw. 4' entfernt. Würde eine EUV-Reflektionsmaske mit einer typischerweise zwischen dem Substrat 1 mit dem alternierenden Schichtstapel und der Absorberschicht 2 angeordneten Pufferschicht (hier nicht gezeigt) verwendet, so sind in weiteren Prozeßschritten Ätz- bzw. Reparatur-schritte zum Öffnen der Pufferschicht oder zum Reparieren etwaig auftretender Defekte notwendig.

15

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Bilden einer Öffnung in einer Licht absorbierenden Schicht (2) auf einer Maske (20), umfassend die

5 Schritte:

- Bereitstellen der Maske umfassend ein Substrat (1), auf welchem die Licht absorbierende Schicht angeordnet ist,
- Aufbringen eines ersten Resists (3) auf der Licht absorbierenden Schicht (2),
- 10 - Aufbringen eines zweiten Resists (4) oberhalb des ersten Resists (3),
- erstes Belichten (11) des zweiten Resists (4) durch Bestrahlen der Maske (20) in einem ersten Ausschnitt (210),
- erstes Entwickeln des zweiten Resists zur Bildung einer ersten Öffnung (31) in dem entwickelten zweiten Resist (4'),
- 15 so daß der erste Resist (3) auf einer Fläche (41) innerhalb der Öffnung (31) freigelegt wird,
- zweites Belichten (12) des ersten Resists (3) durch Bestrahlen der Maske in einem zweiten Ausschnitt (220), welcher gegenüber der ersten Öffnung (31) seitlich versetzt
- 20 ist, so daß ein nicht vollständiger Anteil (51) der Fläche des freigelegten ersten Resists (3) innerhalb der Öffnung (31) belichtet wird,
- zweites Entwickeln des ersten Resists (3) zur Bildung einer zweiten Öffnung (32) in dem entwickelten ersten Resist (3') unterhalb der ersten Öffnung (31),
- 25 - Ätzen (15) der Licht absorbierenden Schicht (2) zur Bildung der Öffnung (35) in der Licht absorbierenden Schicht (35),
- Entfernen des entwickelten ersten (3) und des zweiten Resists (4).
- 30

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- der erste Resist (3)

35 a) photoempfindlich gegenüber eingestrahlttem Licht einer ersten Wellenlänge ist,

b) nicht photoempfindlich gegenüber eingestrahlttem Licht einer zweiten Wellenlänge ist,

- der zweite Resist (4)

a) photoempfindlich gegenüber eingestrahlttem Licht der zweiten Wellenlänge ist,

b) nicht photoempfindlich gegenüber eingestrahlttem Licht der ersten Wellenlänge ist,

- bei dem ersten Belichten Licht der ersten Wellenlänge verwendet wird, und

- bei dem zweiten Belichten Licht der zweiten Wellenlänge verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- für das erste Belichten (11) Licht einer Wellenlänge von 248 Nanometer und für das zweite Belichten (12) Licht einer Wellenlänge von 365 Nanometer verwendet wird, oder

- für das erste Belichten (11) Licht einer Wellenlänge von 365 Nanometer und für das zweite Belichten (12) Licht einer Wellenlänge von 248 Nanometer verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- für das erste Belichten (11) Licht einer Wellenlänge von 248 oder 348 Nanometer und für das zweite Belichten (12) ein Elektronen- oder Ionenstrahl verwendet wird, oder

- für das erste Belichten (11) ein Elektronen- oder Ionenstrahl und für das zweite Belichten (12) Licht einer Wellenlänge von 248 oder 365 Nanometer verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

das erste und das zweite Entwickeln mit einer gleichen Entwicklerlösung in einem ununterbrochenen Prozeßschritt durchgeführt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
für den zweiten Resist (4) ein Negativresist verwendet wird,
so daß bei dem ersten Entwickeln nicht belichtete Resistan-
teile zur Bildung der ersten Öffnung (31) herausgelöst wer-
den.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
der zweite Resist (4) vor dem Ätzschritt (15) entfernt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
zwischen dem Aufbringen des ersten Resists (3) und dem Auf-
bringen des zweiten Resists (4) eine Antireflektionsschicht
auf dem ersten Resist (3) angeordnet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
ein erster Maskenschreiber mit einer auf der Maske (20) beim
Schreiben mit einem Strahl erzielbaren Auflösungsgrenze für
das zweite Belichten (12) des zweiten Ausschnittes verwendet
wird, und
der zweite Ausschnitt auf der Maske (20) mit einer Durchmes-
ser (22) belichtet wird, welcher zwischen dem ein- und dem
anderthalbfachen der mit dem Maskenschreiber erzielbaren Auf-
lösungsgrenze beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
ein zweiter Maskenschreiber mit einer auf der Maske (20) beim
Schreiben mit einem Strahl erzielbaren weiteren Auflösungs-
grenze für das erste Belichten (11) des ersten Ausschnittes
verwendet wird, und
der erste Ausschnitt auf der Maske mit einer Durchmesser (21)
belichtet wird, welcher zwischen dem ein- und dem anderthalb-
fachen der mit dem zweiten Maskenschreiber erzielbaren weite-
ren Auflösungsgrenze beträgt.

Zusammenfassung

Verfahren zum Bilden einer Öffnung in einer Licht absorbierenden Schicht auf einer Maske

5

Eine Öffnung (35) wird in einer Licht absorbierenden Schicht (2) auf einer Maske (20) gebildet, indem oberhalb eines ersten Resists (3) auf der der Schicht (2) ein zweiter Resist aufgebracht wird. Ein erster Belichtungsschritt (11) mit anschließendem Entwickeln des zweiten Resists (4) führt zur
10 Bildung einer ersten Öffnung (31) in dem entwickelten zweiten Resist (4'). Der erste Resist (3) wird dadurch auf einer Fläche (41) innerhalb der Öffnung (31) freigelegt. Ein zweiter Belichtungsschritt (12) wird durch Bestrahlen der Maske in
15 einem zweiten Ausschnitt (22) ausgeführt, welcher gegenüber der ersten Öffnung (31) seitlich versetzt ist, so daß ein nicht vollständiger Anteil (51) der Fläche des freigelegten ersten Resists (3) innerhalb der Öffnung (31) belichtet wird. Nach einem weiteren Entwicklungs- und einem Ätzschritt mit
20 Bildung einer zweiten Öffnung (32) in dem entwickelten ersten Resist (3') mit einer Übertragung des Anteiles (51) in in die Licht absorbierenden Schicht besitzt diese Öffnung einen Durchmesser (26), welcher kleiner sowohl als der erste als auch der zweite Ausschnitt (22) ist. Somit können kostengünstig geringere Strukturbreiten erzielt werden, als diese in
25 einem einzigen Belichtungsvorgang möglich wären.

Figur 2

Bezugszeichenliste

	1	Maskensubstrat, Quarzplatte, Siliziumträger mit reflektierendem Schichtstapel
5	2	Licht absorbierende Schicht, opake Chromschicht, Absorberschicht bei Reflektionsmaske
	3	erster Resist
	3'	erster Resist, entwickelt
	4	zweiter Resist
10	4'	zweiter Resist, entwickelt
	11	erstes Belichten
	12	zweites Belichten
	15	Ätzen
	20	Maske
15	21	Durchmesser des ersten Ausschnittes in zweitem Resist
	22	Durchmesser des zweiten Ausschnittes in erstem Resist
	23	Abstand belichteter Bereiche im ersten Resist
	25	Durchmesser des belichteten Anteils im ersten Resist an der Grundfläche der ersten Öffnung
20	26	Durchmesser der Öffnung in der Licht absorbierenden Schicht
	29	Abstand zwischen benachbarten Öffnungen in der Licht absorbierenden Schicht
	31	erste Öffnung in zweitem Resist
5	32	zweite Öffnung in erstem Resist
	41	Grundfläche der ersten Öffnung auf erstem Resist
	51	belichteter Anteil der Grundfläche der ersten Öffnung in erstem Resist
	210	erster belichteter Ausschnitt in zweitem Resist
30	220	zweiter belichteter Ausschnitt in erstem Resist
	310, 320	belichtete Resistanteile

Fig. 1

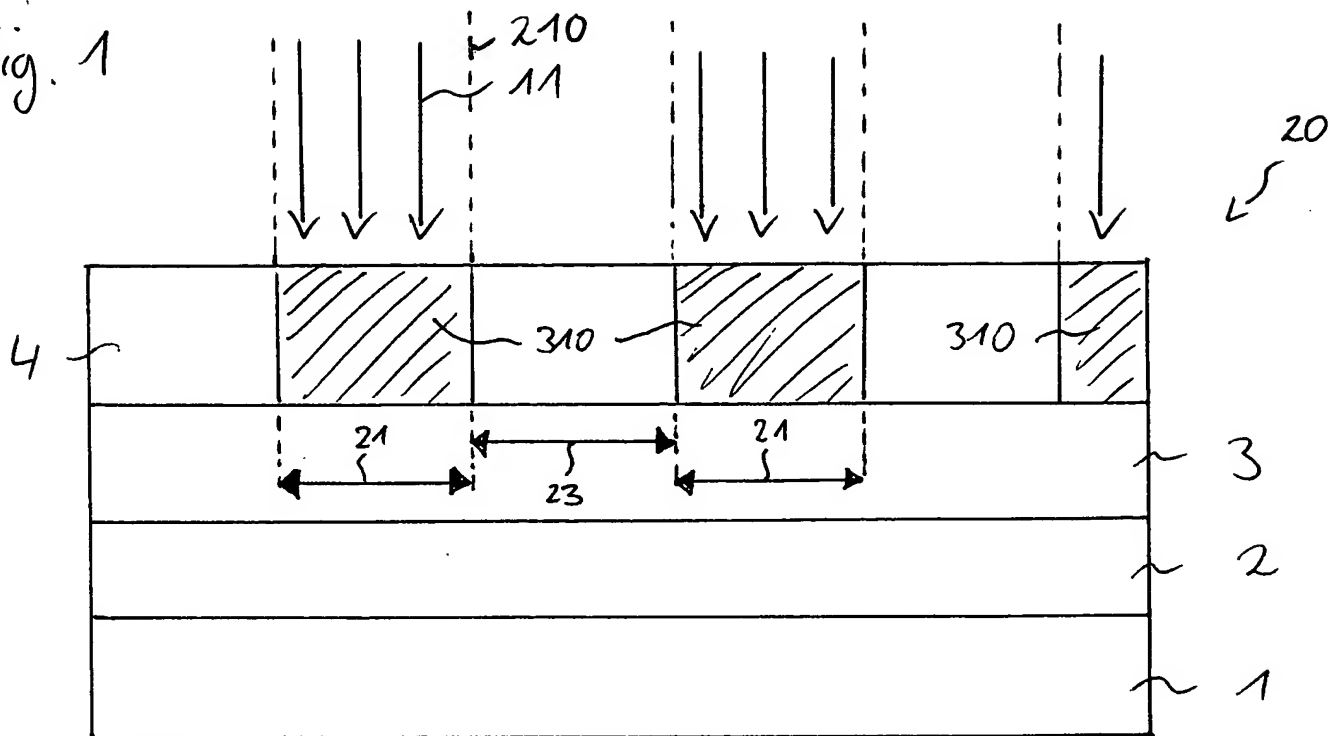


Fig. 2

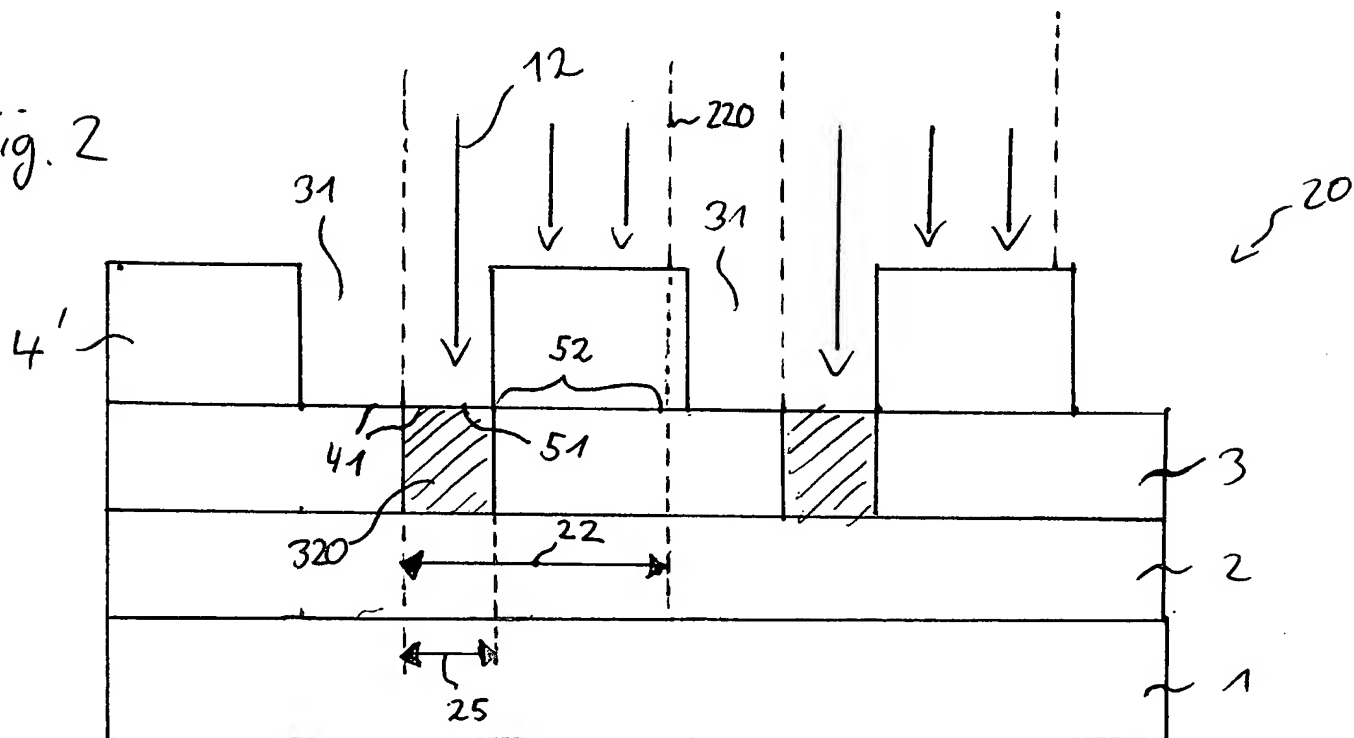


Fig. 3

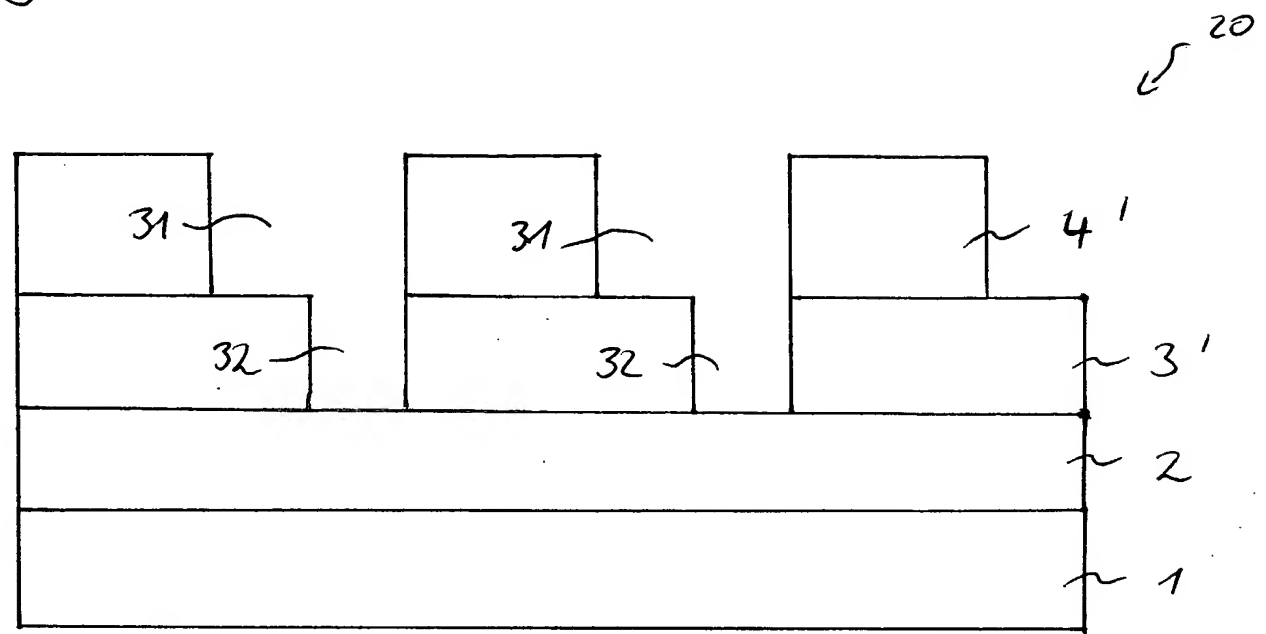


Fig. 4

